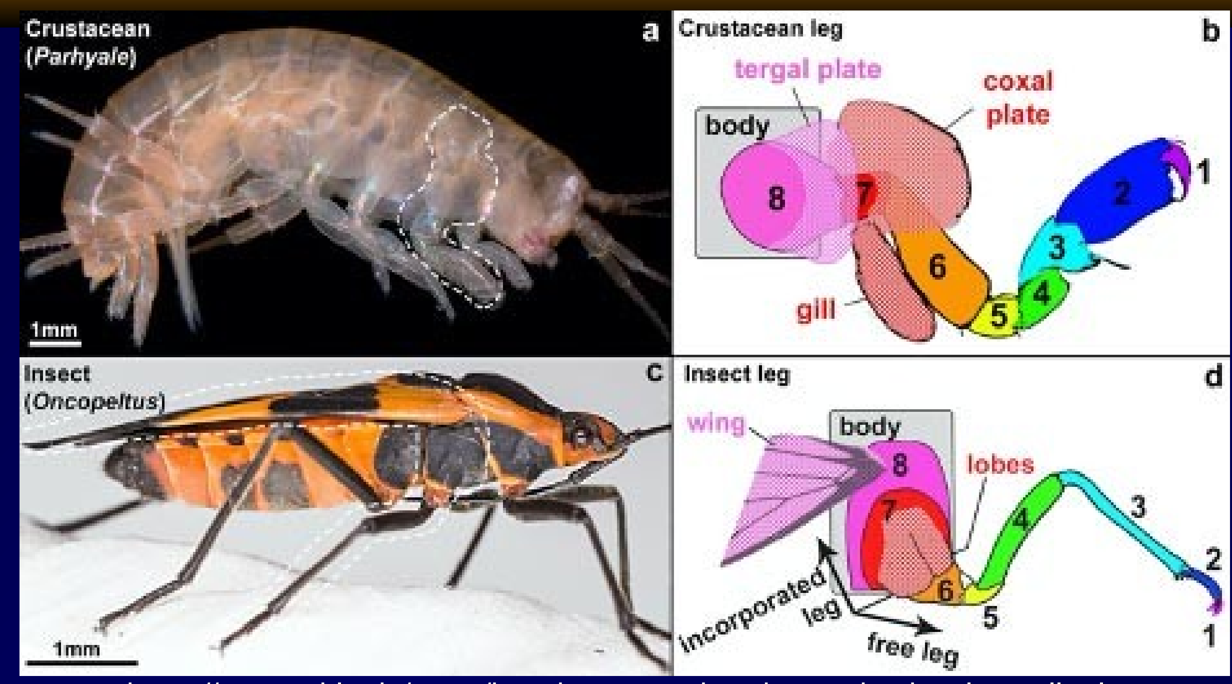
La Evolución de las Especies, Pruebas



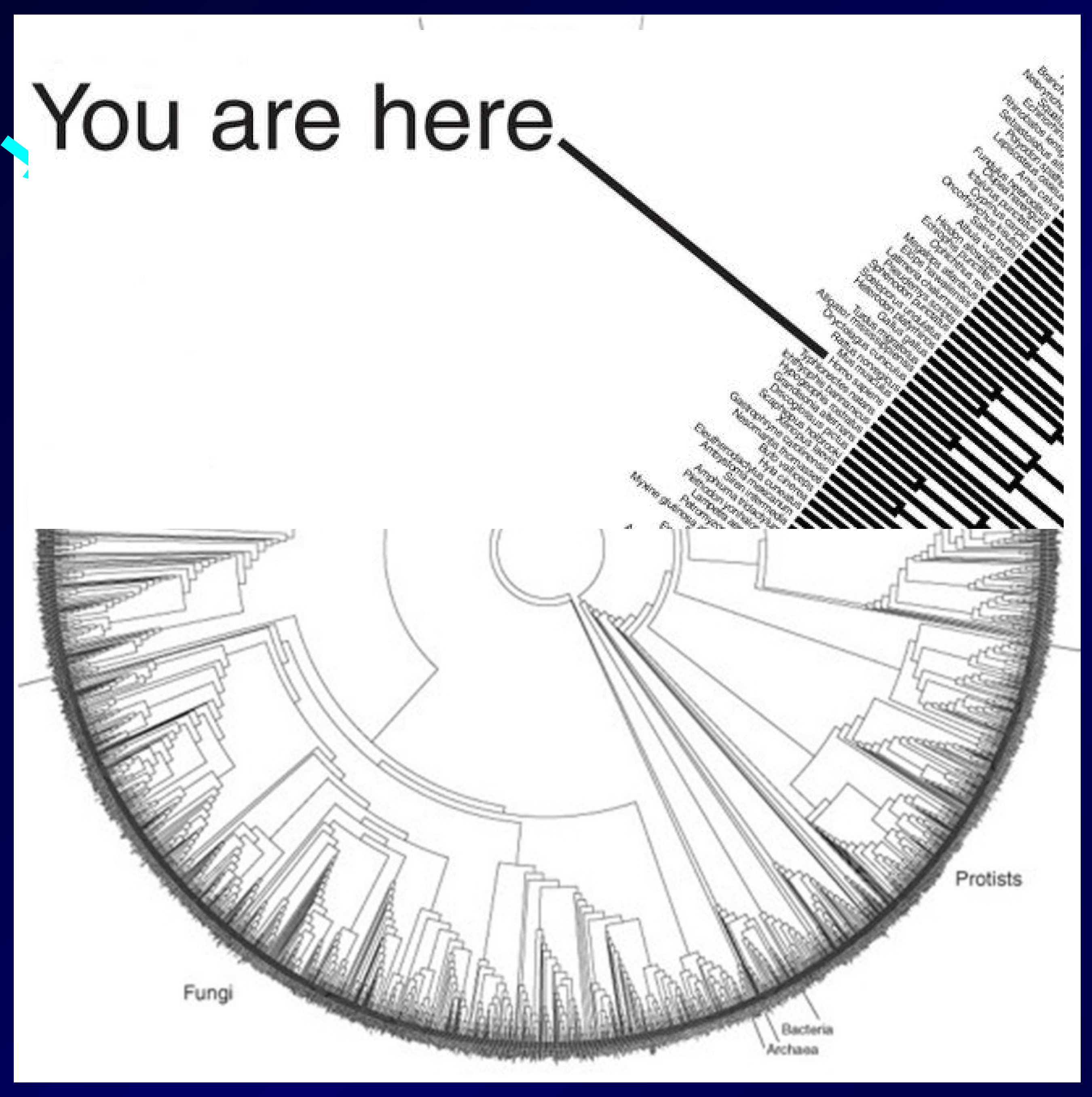
https://www.mbl.edu/news/how-insect-got-its-wings-scientists-last-tell-tale

M. en C. RAFAEL GOVEA VILLASEÑOR

por el CINVESTAV-IPN

Biólogo por la UAM-I

Versión 4.4 EMS, 2016/11/25 a 2022/11/17



Evolución, hecho o *teorum*, según Dawkins

Cladograma de 3000 especies de Hillis.

¿Qué es un *Teorum*, según Dawkins?

Es un conocimiento de la realidad para el cual el cúmulo de evidencias a su favor y la carencia de falsación implican su aceptación más allá de una duda razonable y práctica.

Ejemplos de *Teorums*:

Teorum de la Gravedad de Einstein

Teorum de la Mecánica Cuántica

Teorum de la Termodinámica



¿De dónde provienen las evidencias de la Evolución?

De todas las ramas de la biología y sin entrar en conflicto con la Ciencias de la Tierra, Física, química y astronomía

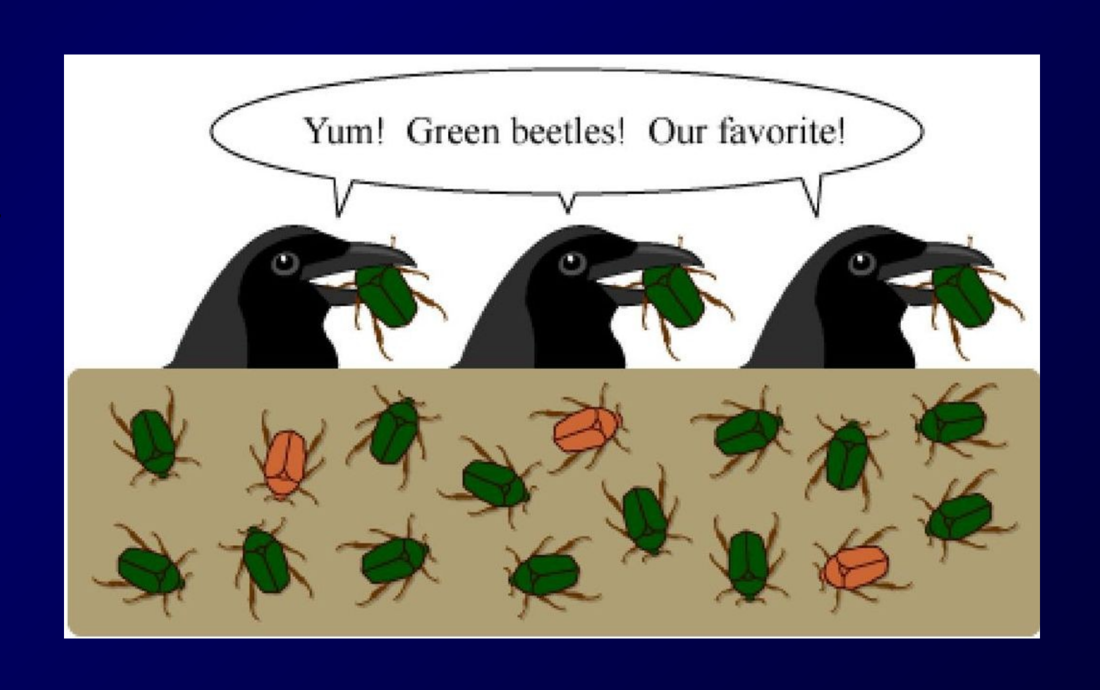
- Domesticación de especies
- Anatomía Comparada
- Fisiología Comparada
- Paleontología
- Biogeografía
- Biología Molecular
- Genómica
- Evolución Experimental

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Qué sucesos se necesitan para que suceda la evolución?

E
v
o
l
u
c
i
ó
n

1) Variabilidad
2) Herencia
3) Selección

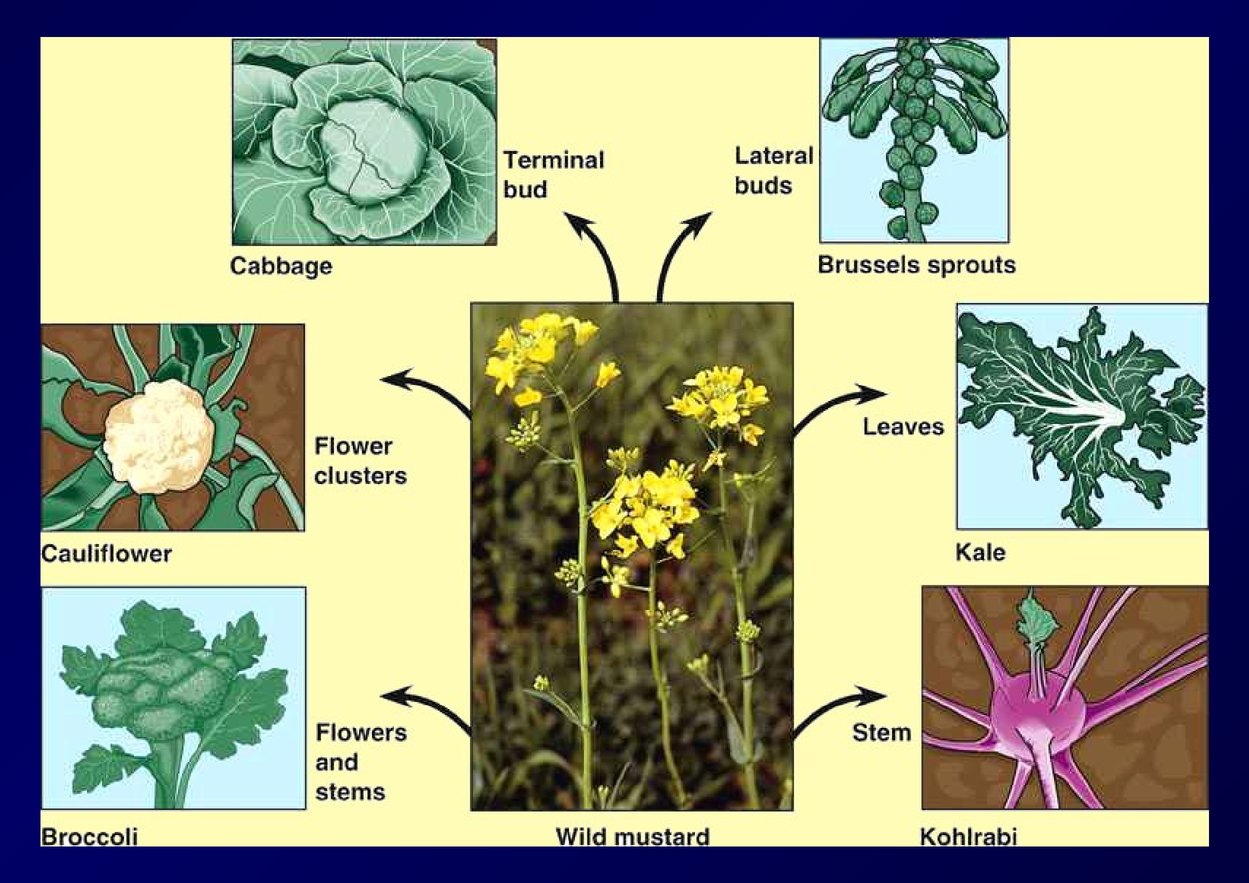


Sólo los rasgos existentes y heredables son susceptibles de selección

¿Qué es la Domesticación?

Es la selección artificial llevada a cabo consciente o inconscientemente a lo largo de muchas generaciones. Se han logrado prodigios.

Como todas la variedades de la col, favoreciendo, hojas, yemas, tallos...



M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Por qué la domesticación es prueba del proceso evolutivo?

Por que es en realidad el mismo proceso, excepto, el agente que selecciona.

Nosotros lo hemos hecho durante los últimos 12 mil años por pura intuición.

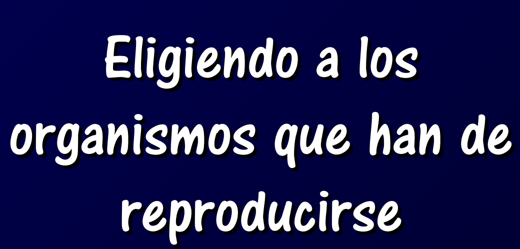
Y no hay duda de la comunidad de origen entre un chihuahueño y un san bernardo.



Domesticación

Darwin estudió ampliamente la selección artificial realizada por los criadores como analogía de la selección natural.

Los criadores remplazan a la Naturaleza



M en C Rafael Govea Villaseñor

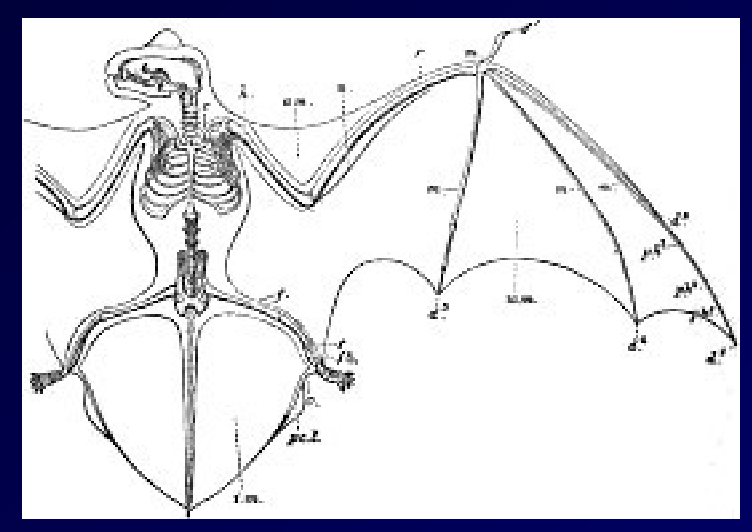
¿Cómo la Anatomía es prueba de la evolución?

La anatomía de las especies existentes no puede explicarse por la creación especial

¿Por qué un animal volador y otro nadador debieran compartir el mismo esqueleto?

¿Incluso nuestro mismo esqueleto?

Mismo esqueleto con huesos modificados



murciélago

© Rainer Schoch

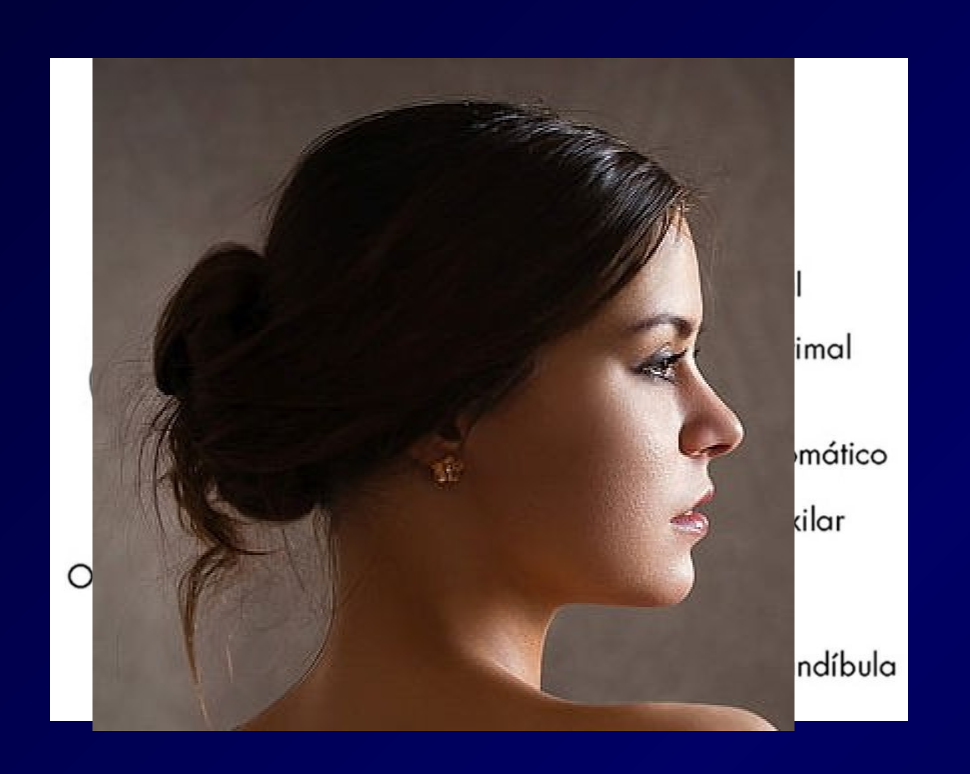
Una tortuga Pappochelis sp

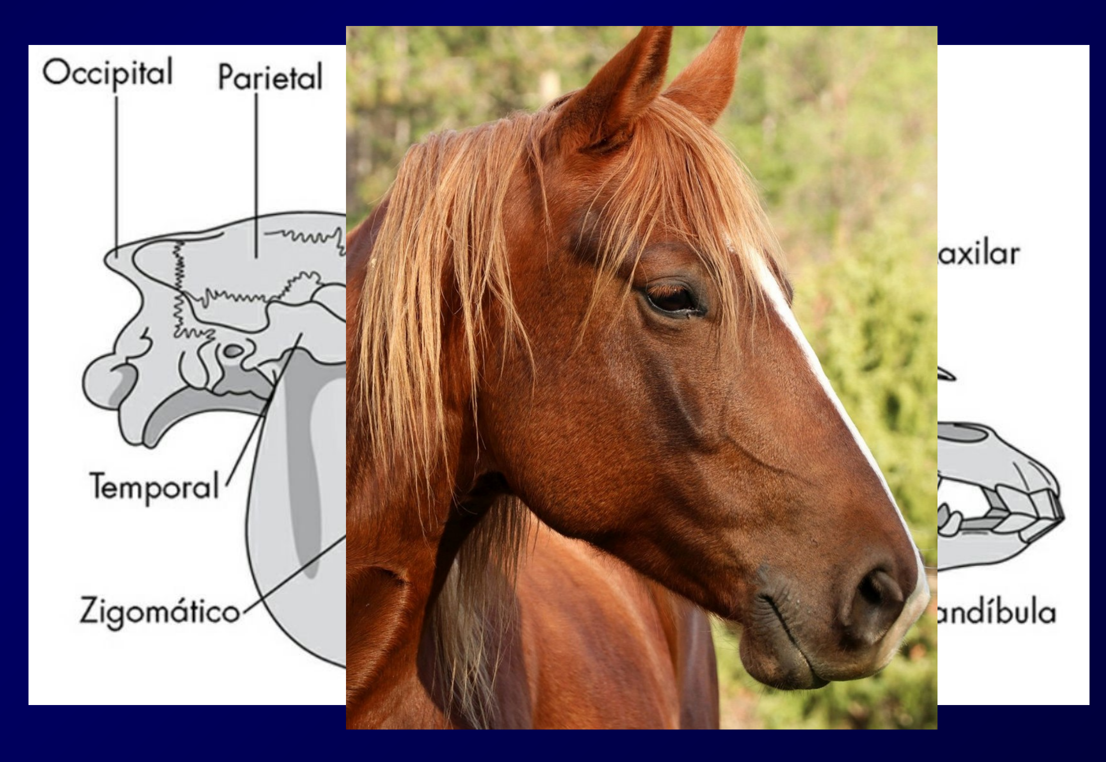
La creación especial no puede explicarlo y la selección natural de linajes con un ancestro común si lo hace.

http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3137823/Hero-half-formed-shell-Early-ancestor-turtles-bony-belly-bare-lived-240-million-years-ago.html

¿De qué depende la forma de estos rostros?

Cráneos con los mismos 28 huesos, diferentes rostros





¿Cómo explicar la presencia de esos mismos huesos? ¿Así sean modificados en cada especie? Con la creación especial... no tiene sentido.

Con la descendencia con modificación es casi obvio

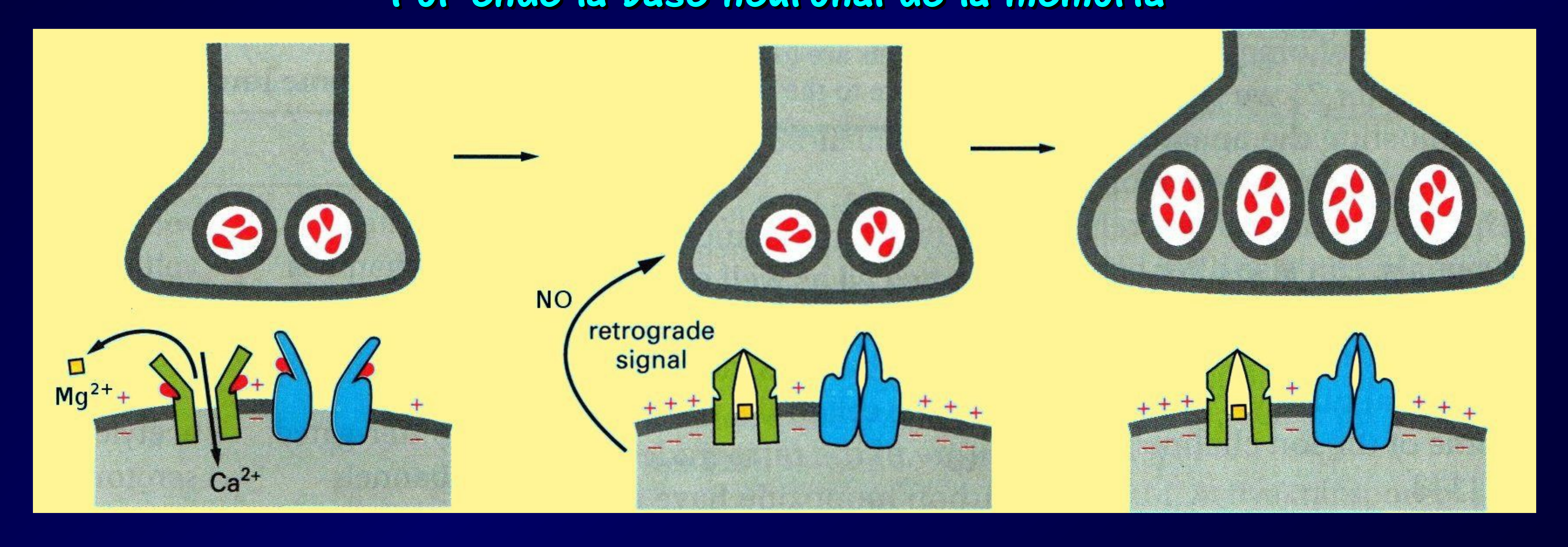
M en C Rafael Govea Villaseñor

Dawkins, R (2010) Evolución Ed. ESPASA.Barcelona, epub

¿Qué es la potenciación a largo plazo (LTP)?

Un mecanismo de retroalimentación que facilita la transmisión del impulso nervioso reforzando la sinápsis

Por ende la base neuronal de la memoria



Un neurotransmisor retrógrado gaseoso (NO) inicia una cascada de señalización que refuerza la sinápsis

Sinápsis reforzada

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Cómo la fisiología aporta pruebas de la evolución?

Piensa ¿Por qué un molusco, como la *Aplysia*, debiera reforzar sus sinápsis (PLP) igual que nosotros?

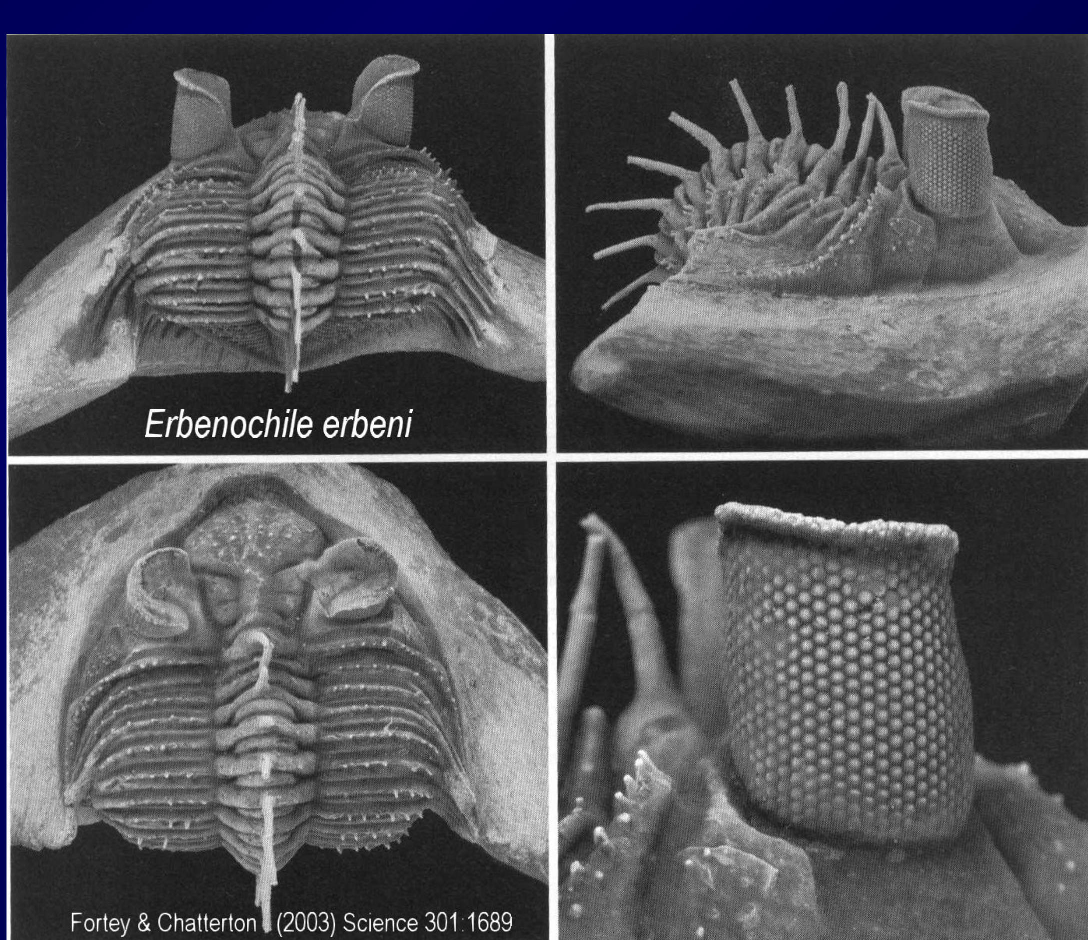


Si cada especie tiene un origen separado, no tiene sentido

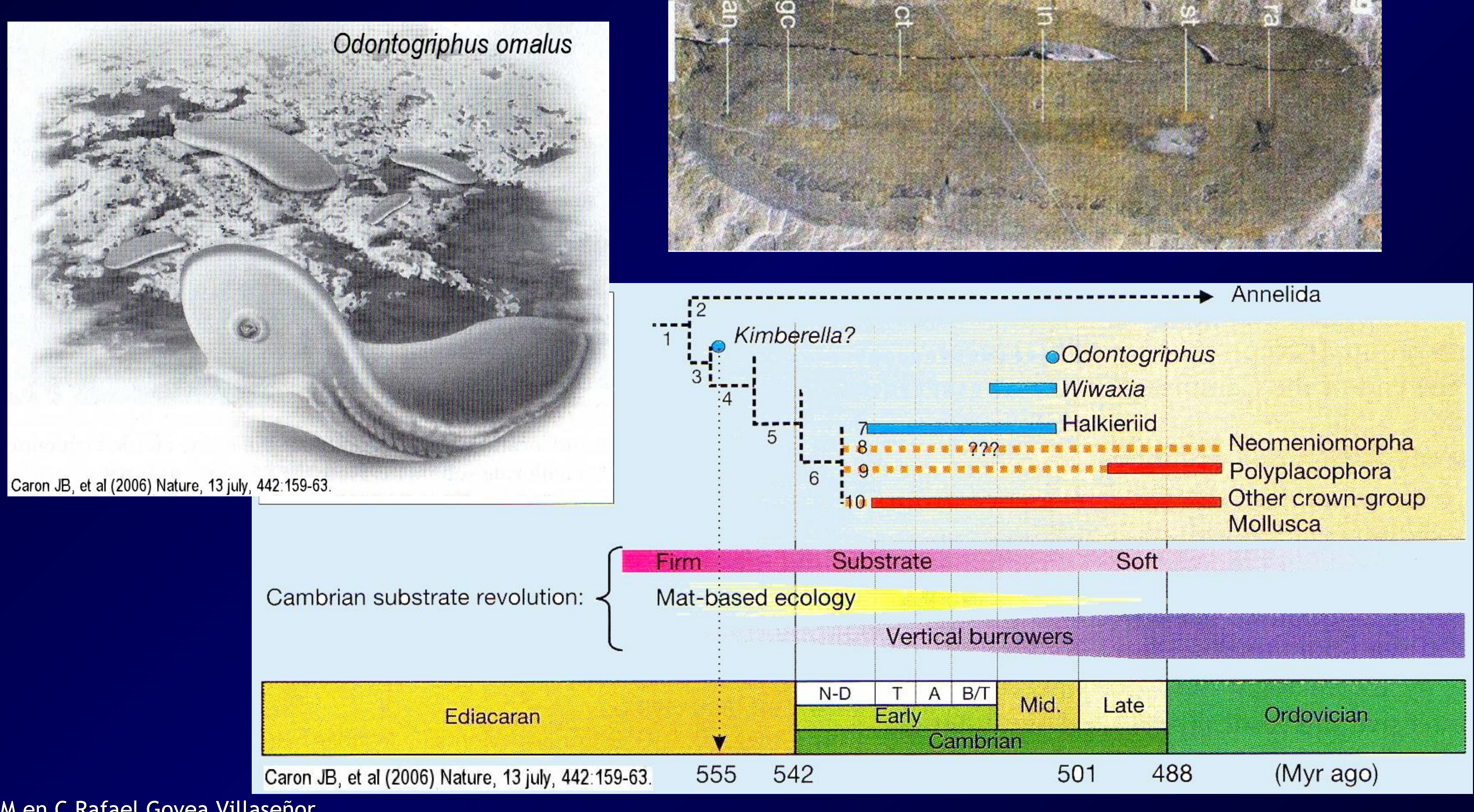
La comunidad de origen de los animales explica que la base molecular de la memoria sea común.

¿Hay pruebas directas de la Evolución?





Los Fósiles son pruebas indirectas de la Evolución



M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay Fósiles transicionales?

Si y en abundancia, no obstante que el registro geológico es incompleto.

Si las serpientes descienden de un ancestro reptil y éstos son tetrápodos, entonces deberíamos encontrar fósiles animales tipo serpientes, pero con patas. Precisamente como el fósil mostrado.

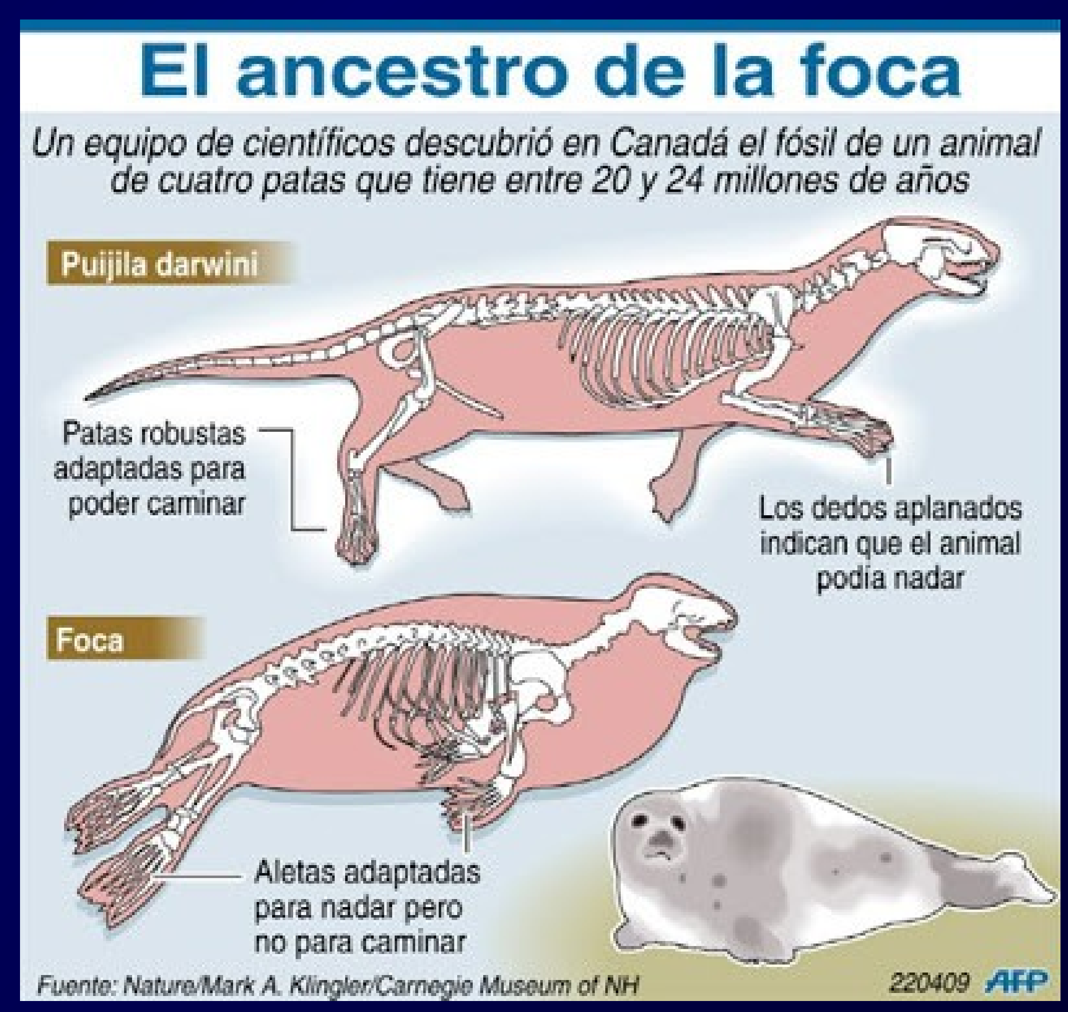


¿Hay Fósiles transicionales?

Si, como *Puijila darwini* situada entre el ancestro terrestre y las focas marinas

Los mamíferos somos mayoritariamente especies terrestres. Las focas son sin lugar a dudas mamíferos pero adaptados al medio marino.

Así que debiera encontrarse un fósil de un mamífero terrestre más antiguo con caracteres compartidos con las actuales focas, pero con patas.



M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay Fósiles transicionales?

Los vertebrados terrestres tenemos dedos, excepto por pérdida secundaria.

Los peces son vertebrados más antiguos…

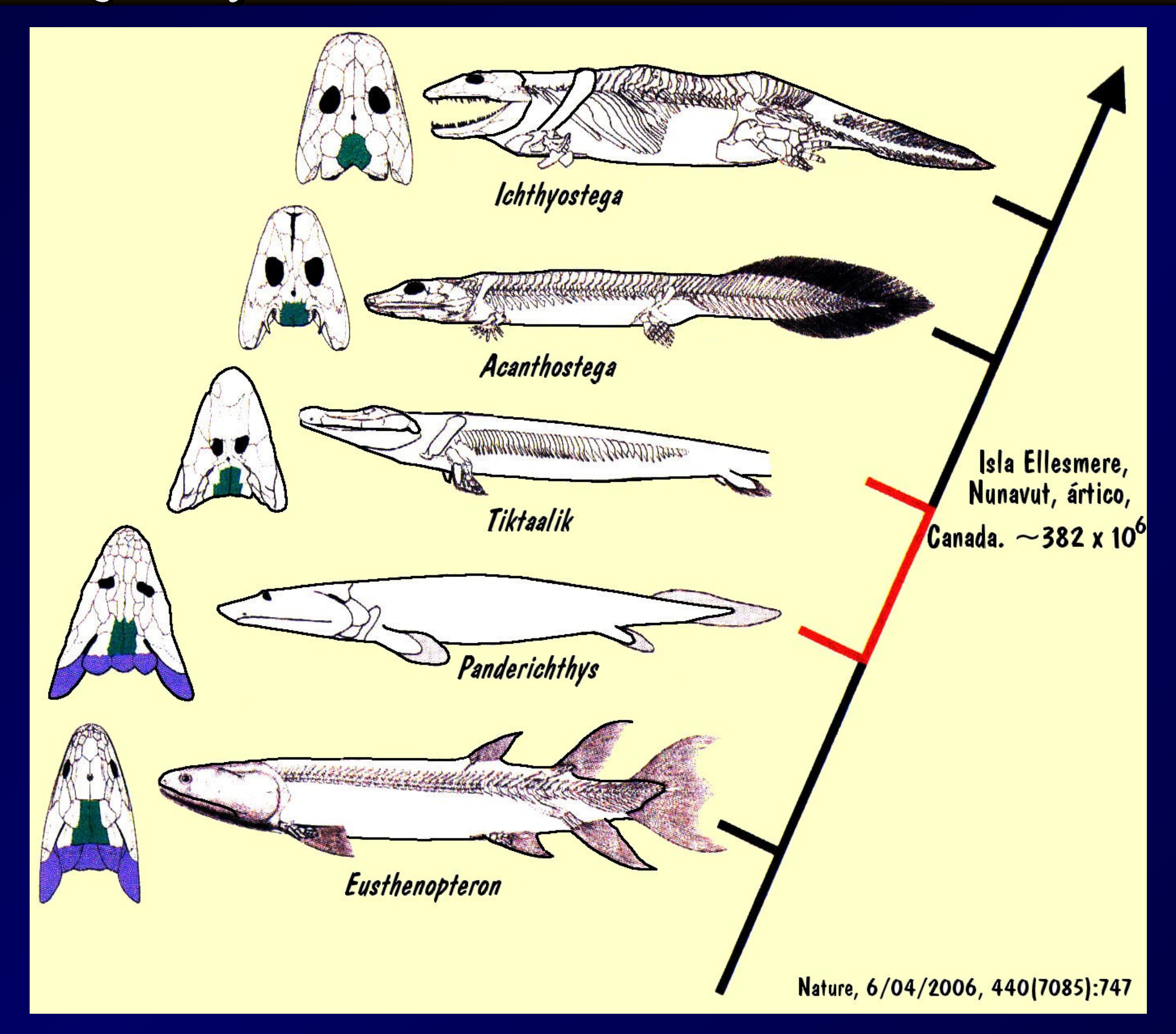


que nosotros, los vertebrados terrestres.

Así que debiéramos encontrar fósiles de animales semejantes a peces, pero con dedos

M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay Fósiles transicionales?

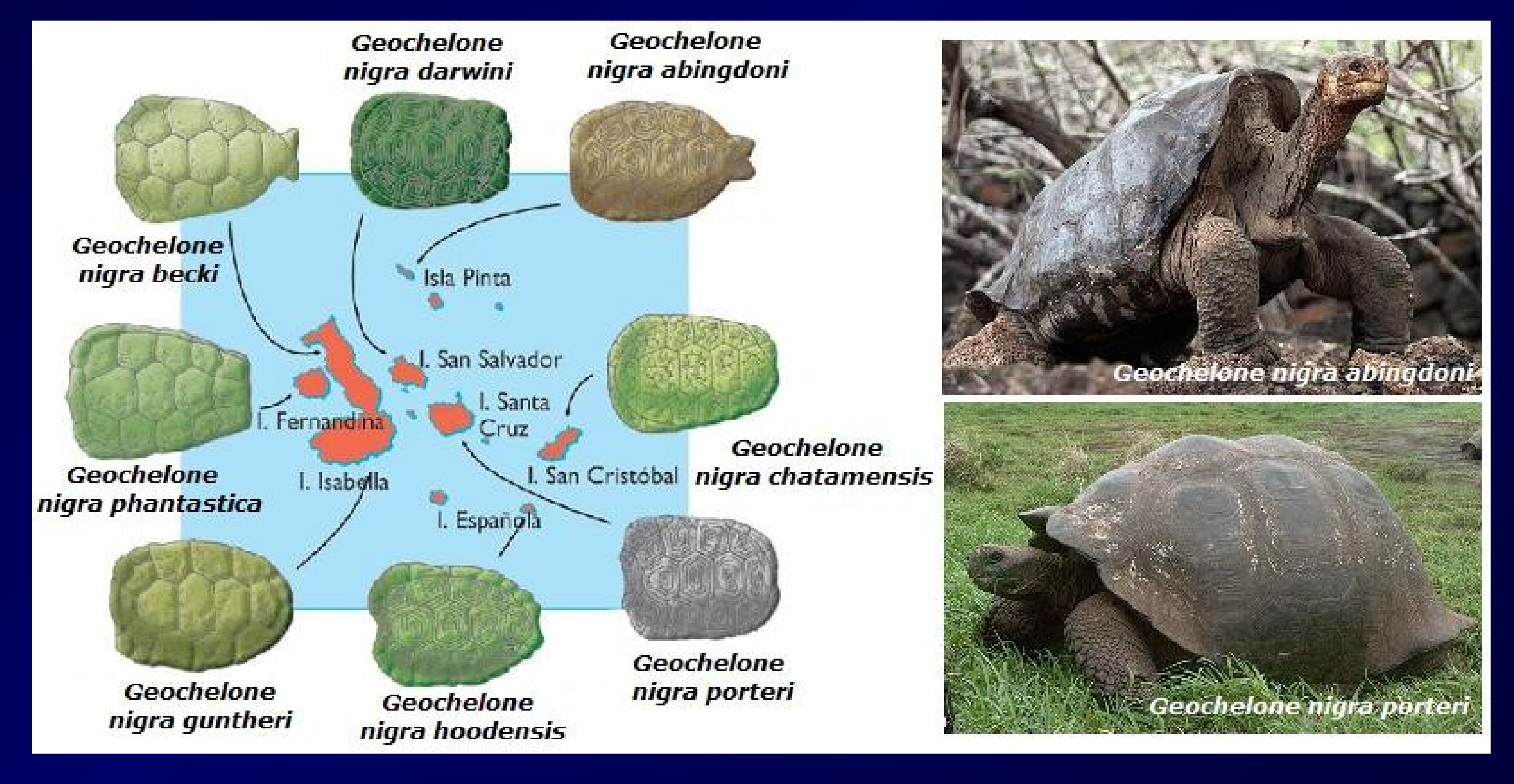


Si, de hecho cada fósil es una instantánea a lo largo de una línea evolutiva. Aquí desde peces a anfibios.

¿Cuál es la evidencia biogeográfica?

Especies afines tienden encontrarse cerca

Si las especies derivan de una especie ancestral, entonces es de esperar que la especies hijas se encuentren en vecindad geográfica, es una predicción directa de la teoría Darwin-Wallace de la descendencia con modificación.

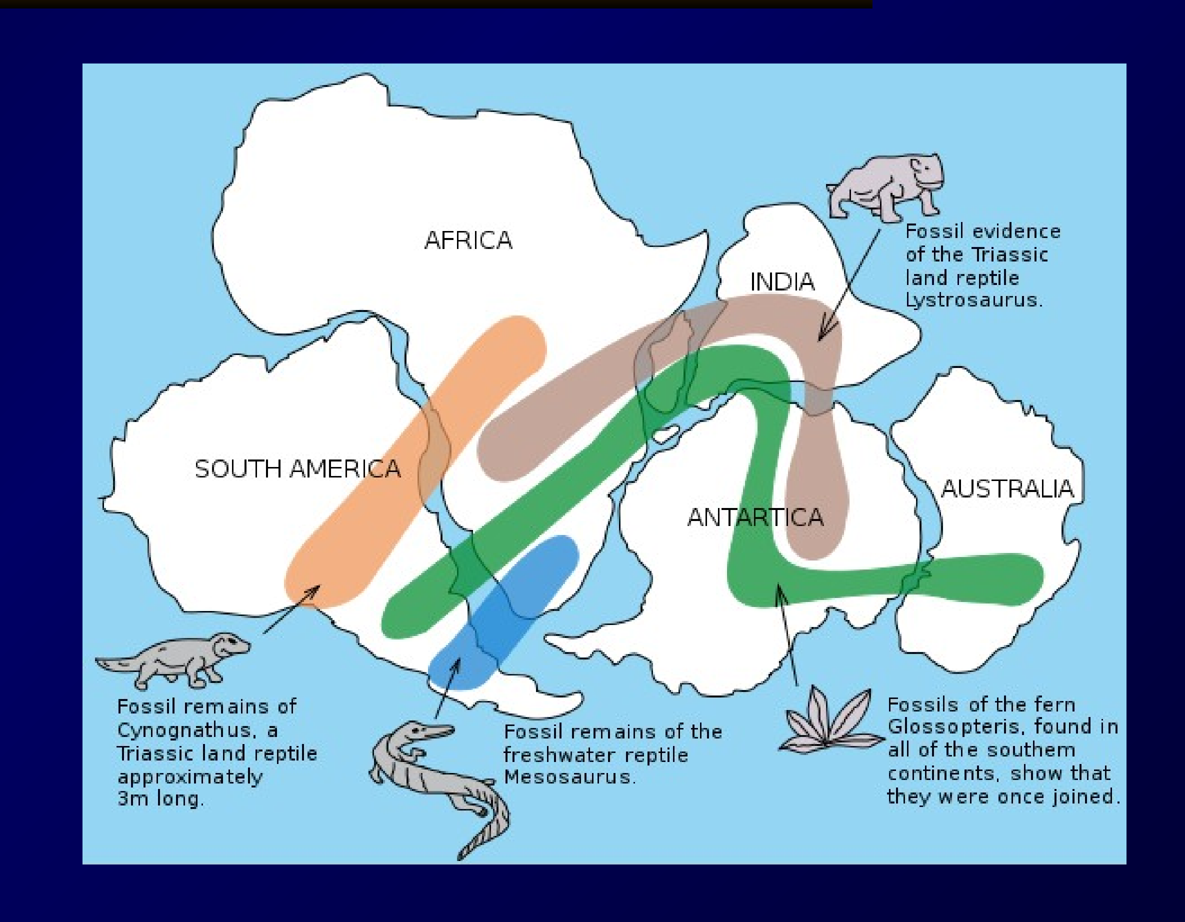


M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Por qué la biogeografía aporta evidencias del hecho evolutivo?

Sabemos de la Geología que los continentes actuales conformaron un supercontinente, Gondawa.

La recuperación de fósiles de distintas especies del mismo género en varios continentes se explica fácilmente por la comunidad de origen por evolución



Las especies hermanas tienen territorios cercanos

M en C Rafael Govea Villaseñor

Evidencias derivadas del desarrollo embrionario

¿Por qué habríamos de elaborar una piel peluda cuando somos fetos para perderla más tarde antes de nacer?



"La evolución es una alteración genéticamente controlada de un programa de desarrollo [embrionario]" Dawkins, R 2010

Según la creación especial no tiene sentido, pero la explicación evolutiva es clara, los humanos usamos un programa de desarrollo primate tachado y corregido por la selección natural en cada linaje.

M en C Rafael Govea Villaseñor

Las pruebas independientes mejoran la calidad de la evidencia

El hecho evolutivo está sostenido por la convergencia coherente de millones de piezas de evidencia

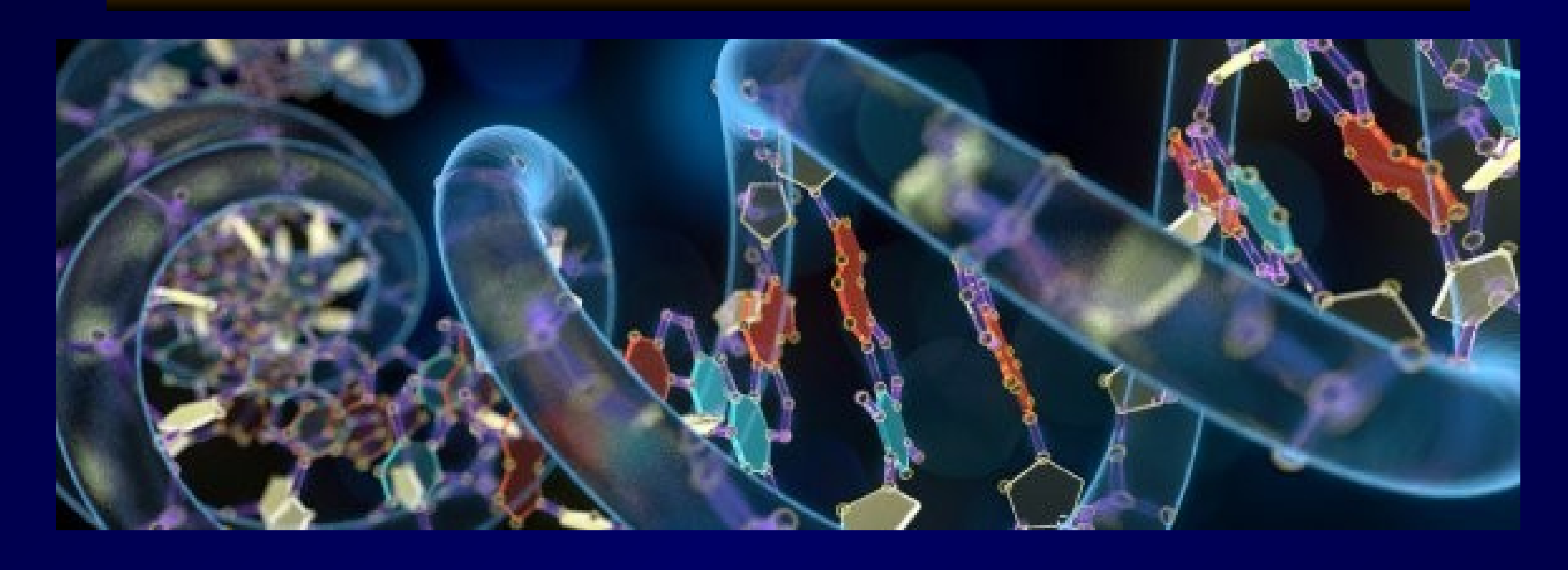
La teoría evolutiva predice que deben encontrarse en los organismos actuales rastros de rasgos útiles en los ancestros aunque ahora no lo sean y con mayor razón si no lo son.



¡La cola de un bebe!

M en C Rafael Govea Villaseñor

Evidencias de la Biológía Molecular



El ADN está formado por 4 monómeros de allí que existirán 4^{100} oligonucleótidos diferentes de 100 pb de largo

$4^{100} = 1.6 \times 10^{60}$ oligonucleótidos diferentes

¿Y en el caso de las Proteínas?

Las Proteínas están formadas por 20 monómeros de allí que existirán 20^{100} péptidos diferentes de 100 aa de largo

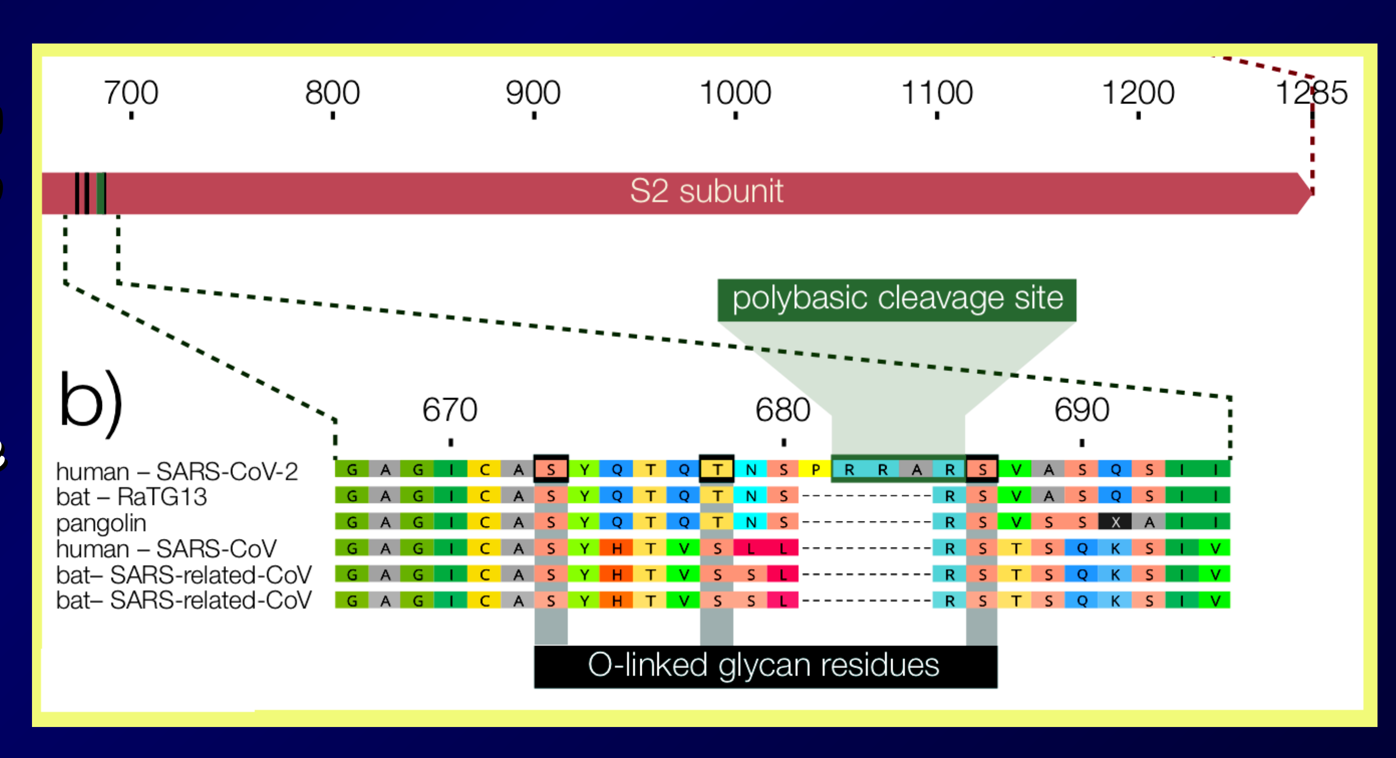


$20^{100} = 1.27 \times 10^{130}$ péptidos diferentes

¿De dónde resultan la evidencias de la Biología Molecular?

Cada monómero es un rasgo a comparar. La distribución de secuencias podría seguir un patrón aleatorio que ocupe todo el espacio de secuencias, como se esperaría de una creación independiente.

Sin embargo, el patrón existente es anidado y jerárquico que ocupa sólo ciertas partes adyacentes del espacio de secuencia disponible.

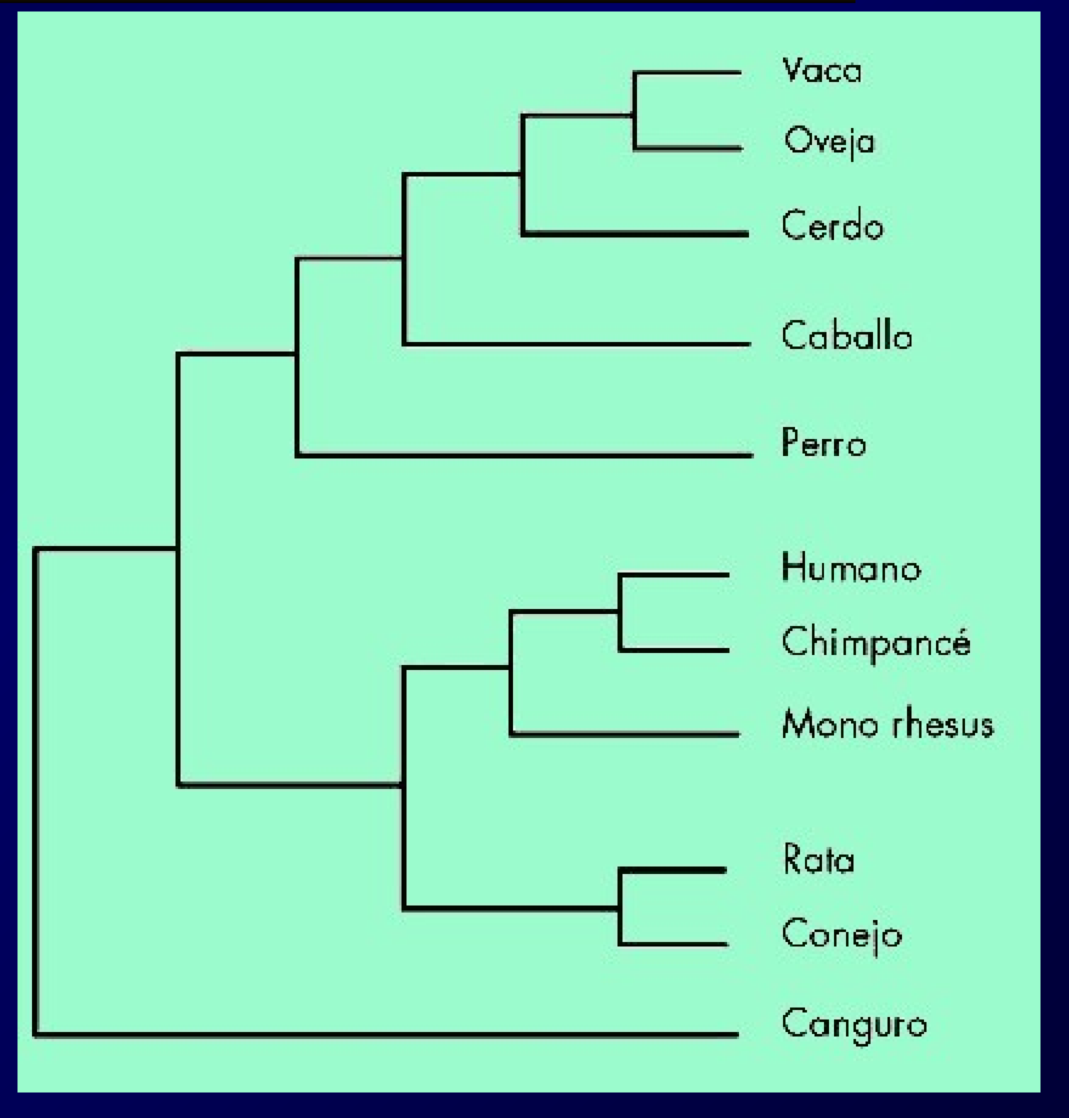


Lo cual es compatible y comprensible sólo con la descendencia con modificación darwiniana.

M en C Rafael Govea Villaseñor

Penny *et al* testaron la teoría evolutiva

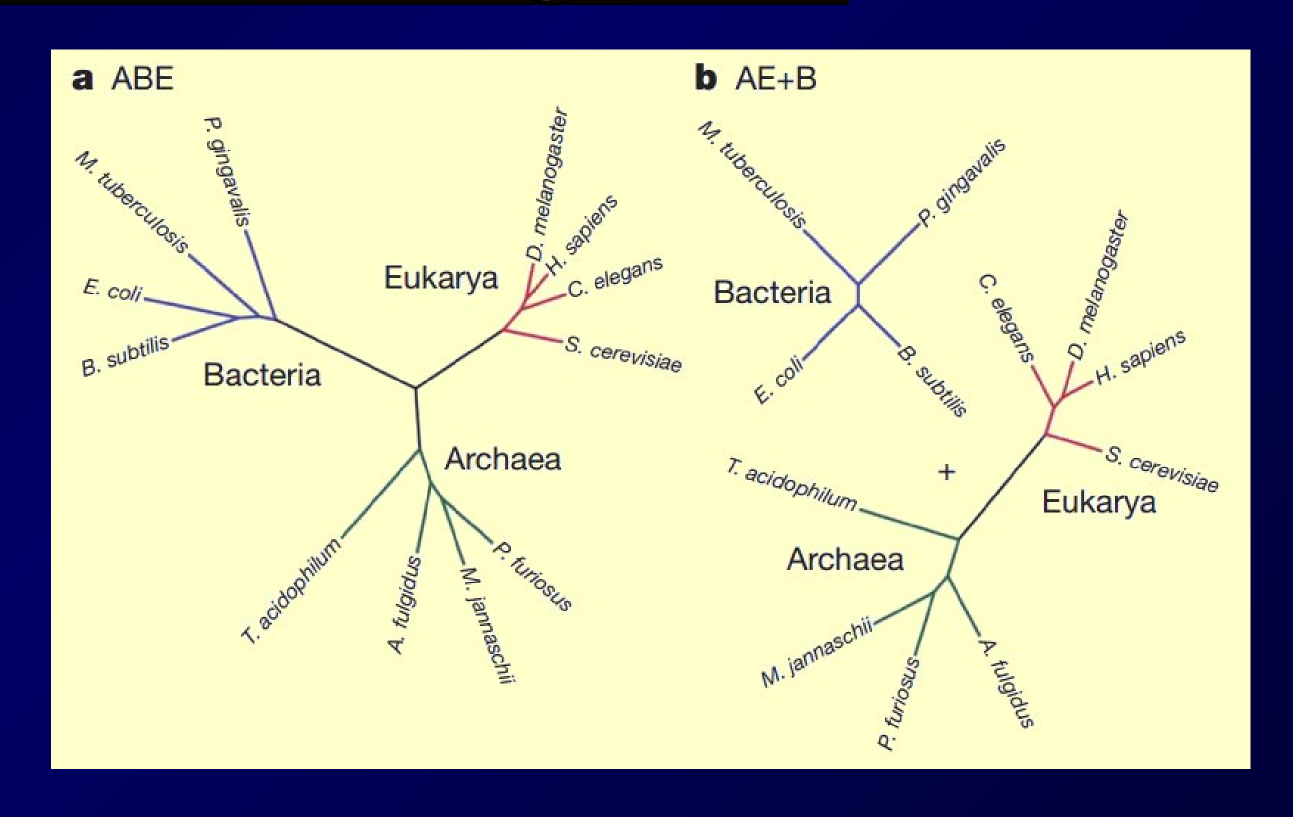
Si hay una comunidad de origen de las especies entonces deberán obtenerse árboles filogenéticos similares a partir de diferentes juegos de datos (5 proteínas)



Penny, D *et al* 1982 **Testing the theory of evolution by comparing phylogenetic trees constructed from five different protein sequences** *Nature, 20 May* 297:197-200

¿hay prueba formal de la comunidad de origen?

«test of UCA, without assuming that sequence similarity implies genetic kinship. I test UCA by applying model selection theory»



«Therefore, UCA is at least $10^{2,860}$ times more probable than the closest competing hypothesis.»

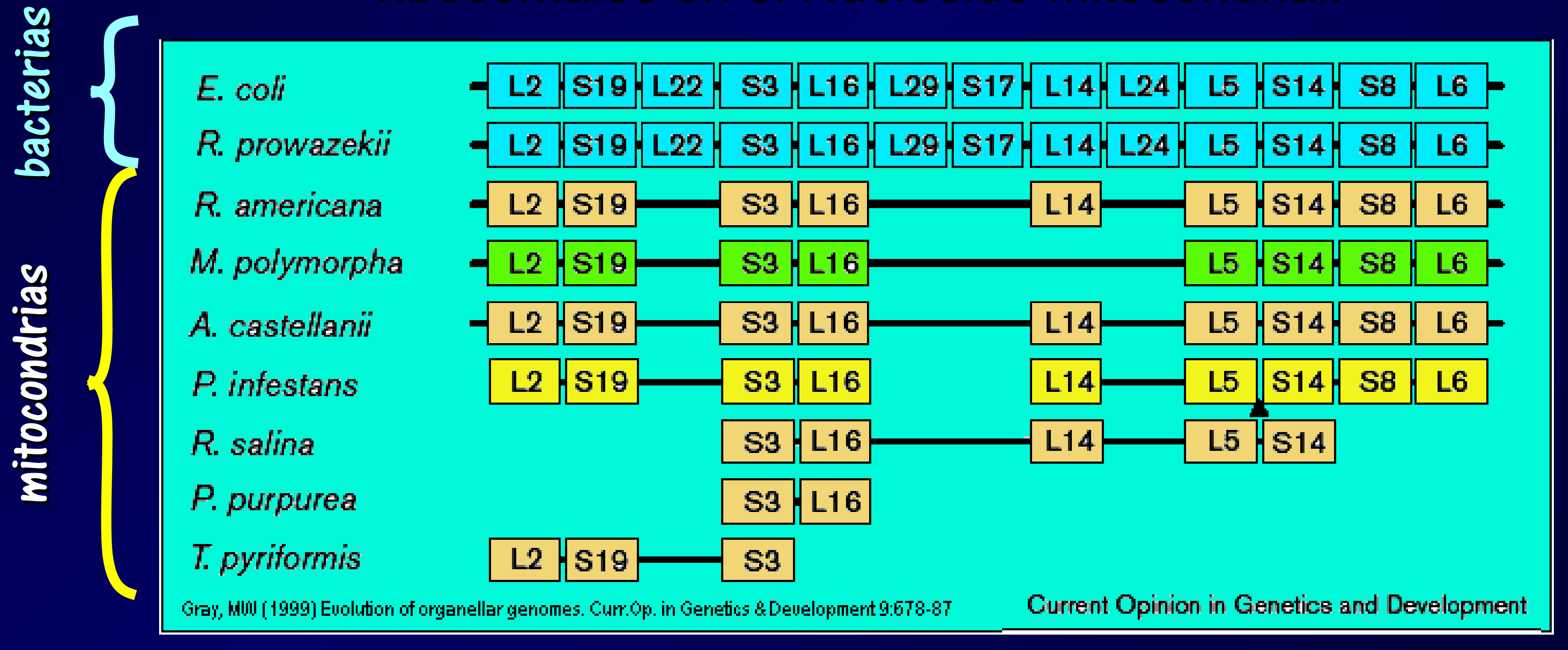
M en C Rafael Govea Villaseñor

Theobald, DL 2010 **A formal test of the theory of Universal comon ancestry** *Nature* 465 13 may 219-23

¿Hay evidencias genómicas (Secuencias de genes)?

Si las especies se originan a partir de un ancestro común entonces el orden de los genes en los cromosomas debiera ser compartido.

Este es el caso de los genes para proteínas ribosomales en el Nucleoide Mitocondrial.



M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay evidencias experimentales de la Evolución?

Si y a varios niveles

Si la selección natural, el principal mecanismo evolutivo es una realidad, entonces debería poder simularse …

1. Informáticamente
2. *In vitro* (con sustancias químicas)
3. Orgánicamente, en seres vivos

Evidencias Informáticas (Evolución Virtual)

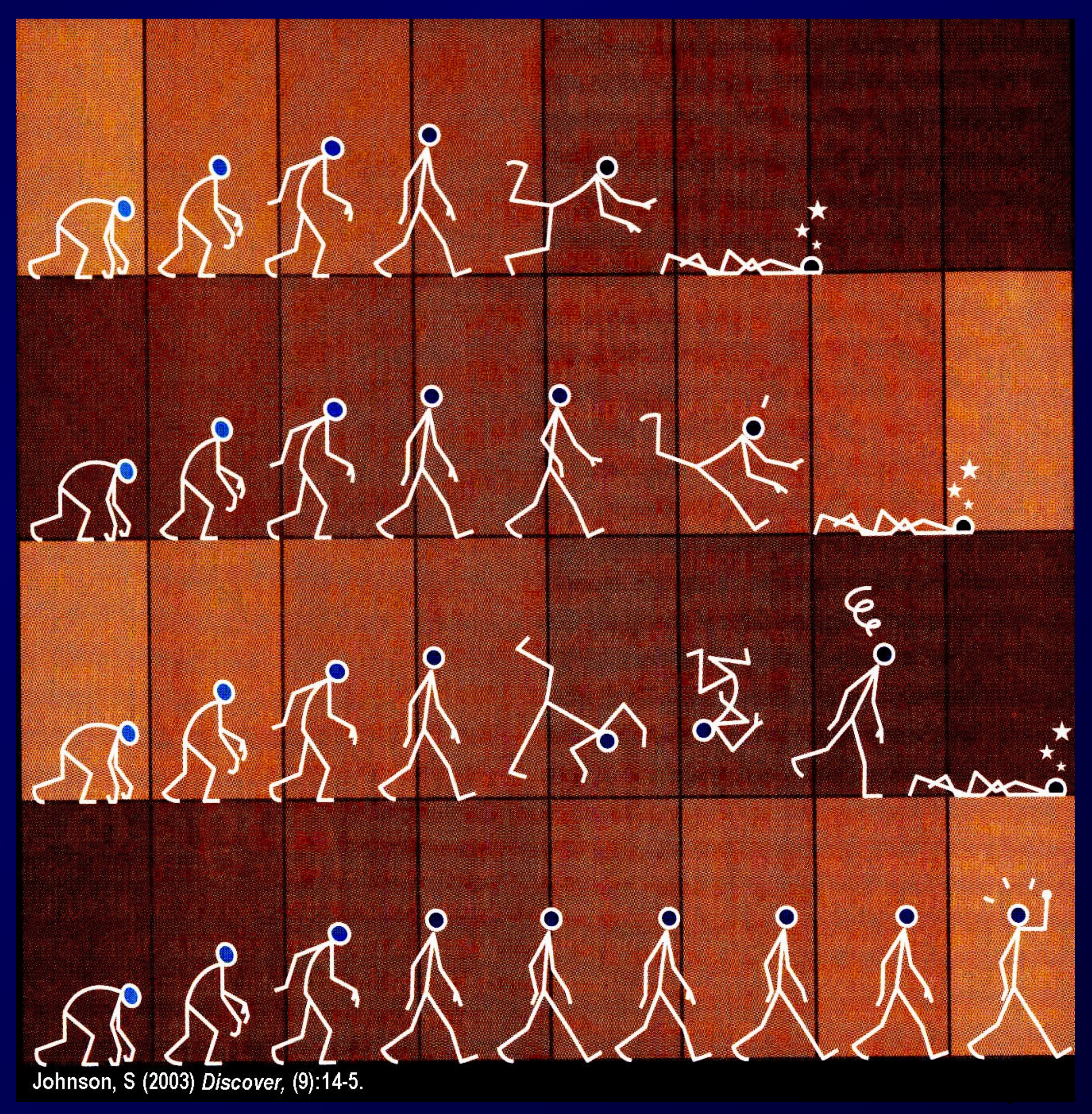
Definir algorítmicamente:
- "organismos"
- "genes"
- Función de Selección (adaptabilidad)

1. 100 "organismos" y 700 parámetros ("genes") aleatorios.

2. Selección según la función de adaptabilidad.

3. Replicación C/mutaciones de los organismos ganadores

Algoritmo genético


Johnson, S (2003) *Discover,* (9):14-5.

Experimentos de Evolución *in vitro*

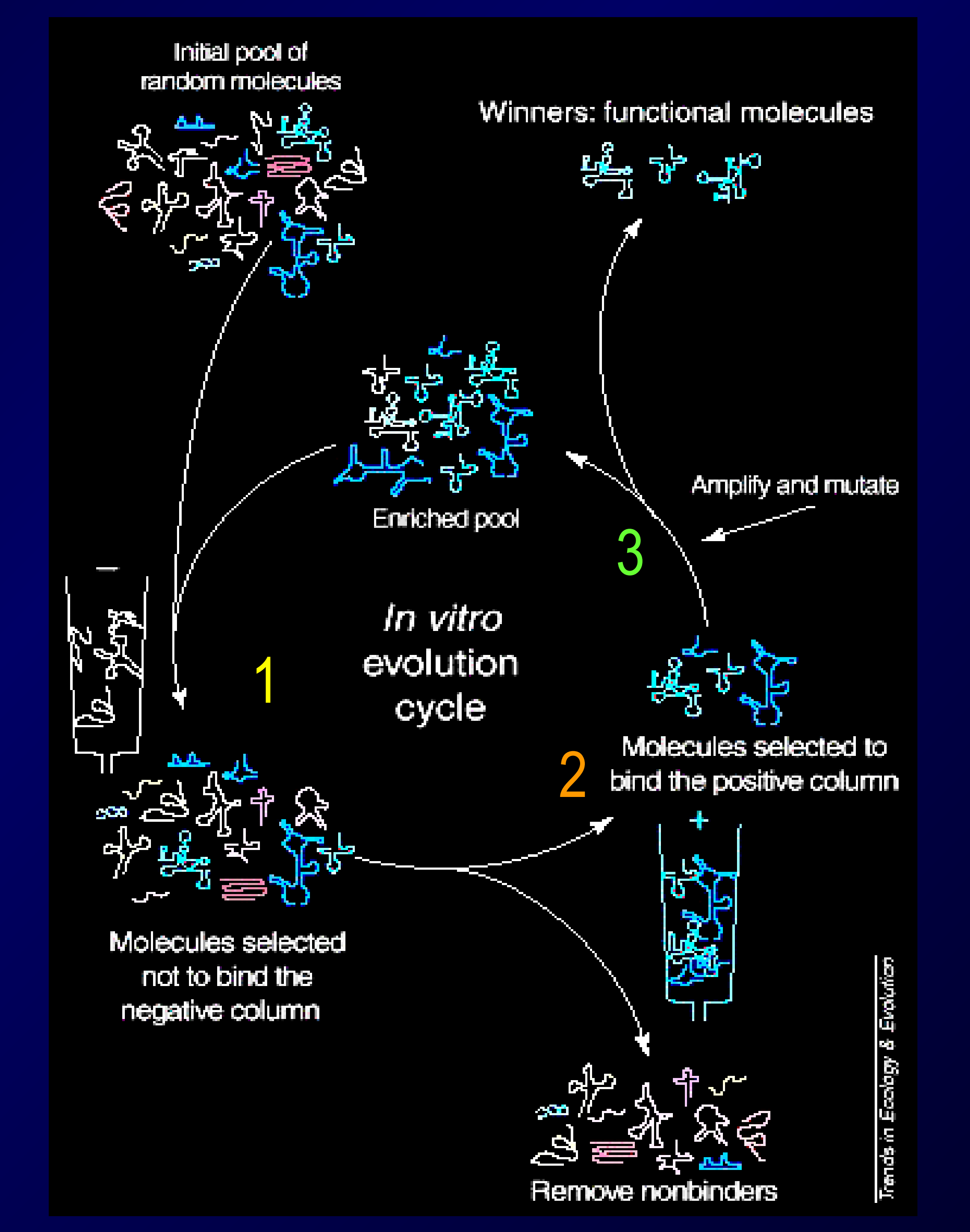
0.- Poza de moléculas variadas

1.- Selección negativa, las moléculas que se unen a la Gli se descartan

2.- Selección positiva, las moléculas que se unen a la Arg se recuperan

3.- Luego se amplifican y mutan

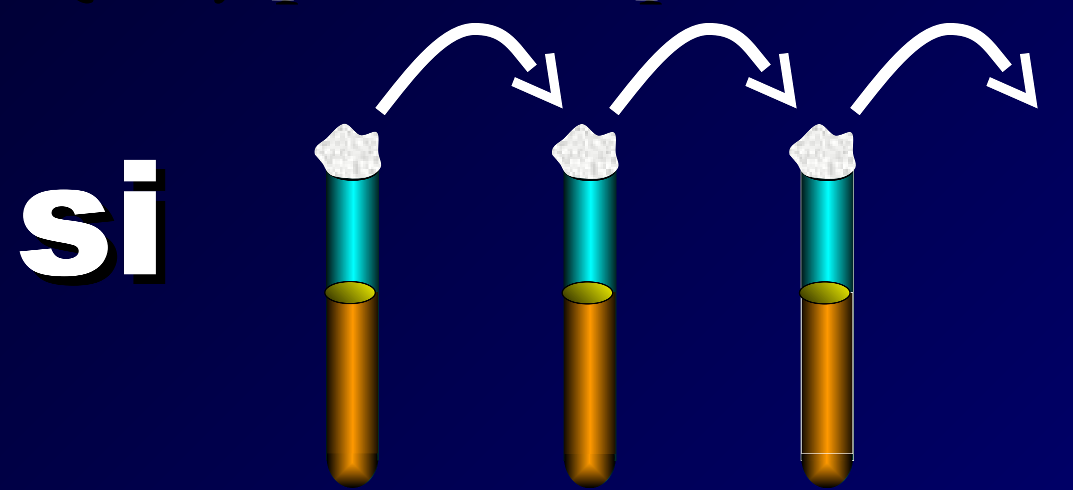
Laura F. Landweber (1999)



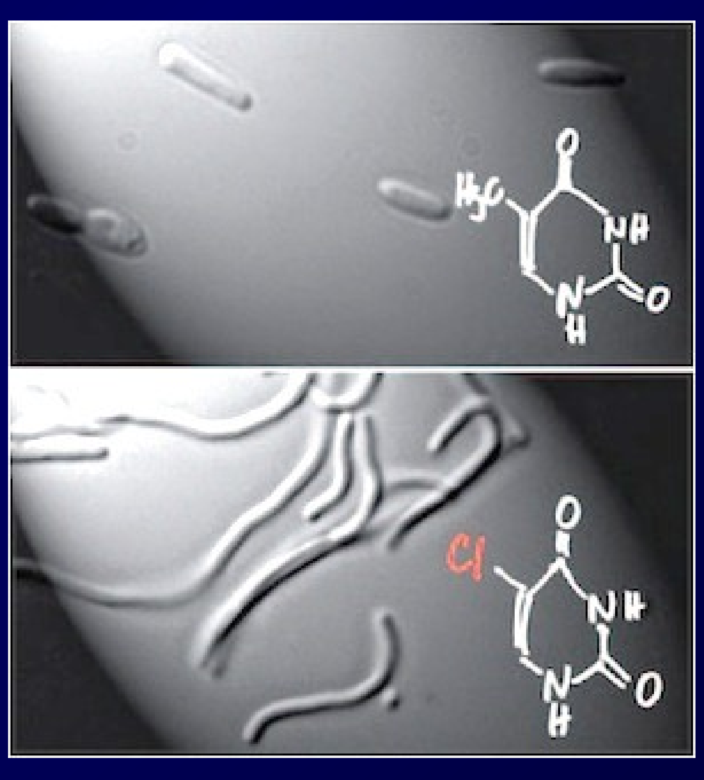
M en C Rafael Govea Villaseñor

¿Hay prueba experimental directa con organismos?

si



5 meses de transferencias



Cultivo sucesivo de *E. Coli* incapacitada para elaborar timina en un medio con 5 cloro-uracilo (5Cl-U) y una pizca de Timina

Es decir, hay bacterias hambrientas de Timina con el homólogo 5Cl-U presente. Esta presión de selección favorece a las bacterias que puedan usar 5Cl-U en lugar de T. Cualquier mutación que sea favorable, por poco que lo sea, será seleccionada generación tras generación. Como las bacterias de la 2ª foto creciendo sin T.

Marliere, Ph *et al* 2011 **Chemical Evolution of a Bacterium's Genome** *Angewandte Chemie Angewandte Chemie* 50(31):7109–7114

Entonces ¿Qué es la Evolución?

Es un hecho

Si son quisquillosos, no nos peleemos, en tal caso, la Evolución es un *Teorum*

La Evolución es la Comunidad de Origen de la Biota

